

The results can find their application in the educational process in schools. On the basis of Kherson multi-gymnasium №20 named after B. Lavrenov the prevention of diseases of schoolchildren introduced a number of measures, including the clarification campaign, themed quizzes and trainings. In class with younger students, the teacher, as well as for secondary and senior classes used 2-3 minute exercises for the eyes by Bates with video support. The promotional video «Save Eyesight» has been demonstrated and the functional site «perfectvision.esy.es.» was designed.

Key words: *valeological and hygienic education, visual acuity, exercises for eyes, myopia, students.*

УДК 612.111:612.41:796.012.1

Л. Гуніна

Науково-дослідний інститут
Національного університету фізичного
виховання і спорту України

КОРЕКЦІЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ АНЕМІЇ ЯК ОДНА ЗІ СКЛАДОВИХ ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СТИМУЛЯЦІЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ В ПРОФЕСІЙНОМУ СПОРТІ

Мета роботи – поліпшення транспорту кисню як однієї зі складових розробки здоров'язбережувальних технологій стимуляції фізичної працездатності професійних спортсменів. Під час підготовки до змагань у висококваліфікованих представників циклічних видів спорту оцінено зміни структурно-функціонального стану мембран еритроцитів і характеристик червоної ланки крові під впливом незабороненого препарату епадол на основі ω 3-поліненасичених жирних кислот. Доведено його позитивний вплив на зміни рівня малонового діальдегіду й відновленого глутатіону безпосередньо в мембрані еритроцитів, що позитивно відбивається на збільшенні змісту внутрішньоеритроцитарного гемоглобіну за умови одночасного зростання аеробної потужності. Це доводить доцільність використання подібних нетоксичних антиоксидантів і мембранопротекторів метаболіотропного характеру з метою поліпшення перенесення кисню під час фізичних навантажень і зростання ефективності результатів тренувальної діяльності спортсменів.

Ключові слова: *циклічні види спорту, аеробна потужність, спортивна анемія, мембрана еритроцитів, прооксидантно-антиоксидантний баланс, препарат епадол.*

Постановка проблеми. Підвищення результативності професійних спортсменів високої кваліфікації може відбуватися не тільки за рахунок вдосконалення тренувального процесу, але й за рахунок використання останніх досягнень науки та практики, і формування здоров'язбережувальних технологій посідає в цьому аспекті одне з чільних місць.

Аналіз актуальних досліджень. За інтенсивних фізичних навантажень, коли органи та тканини організму страждають від гіпоксії з одночасним накопиченням продуктів пероксидації, відбувається порушення структури та функції цитомембран, у тому числі, еритроцитарних [12, 90–94]. Ці зміни, передусім, зумовлені зменшенням вмісту ненасичених жирних кислот (арахідонової, лінолевої, ліноленової), а також вивільненням таких біологічно активних речовин, як лейкотриєни і тромбоксан, що чинять негативний вплив

на мембрани [2, 34–38; 8, 380–383]. Насичення ліпідів мембран омега(ω)3-жирними кислотами (за допомогою фармакологічних засобів на основі ефірів ω 3-поліненасичених жирних кислот) сприяє поліпшенню структури біліпідного шару мембран і нормалізації їх форми, що, у свою чергу, поліпшує транспорт кисню [11, 418–421]. Активація процесів ліпопероксидації з утворенням вільних радикалів і накопиченням одного з кінцевих продуктів перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) – малонового діальдегіду та, відповідно, порушенням стійкості мембран до зовнішніх впливів, змінами функціональних властивостей мембран еритроцитів і їх форми (shape) призводять до виникнення функціональної анемії спортсменів [1, 12–15; 5, 1940–1942; 12, 90–92]. Формування цього патологічного явища за рахунок порушень всмоктування та переносу заліза у висококваліфікованих спортсменів зустрічається набагато рідше [1, 12; 7, 103; 10, 188]. Це обґрунтовує інтерес фахівців у галузі спортивної біохімії та гематології саме до збереження структури мембран еритроцитів, як одного з найважливіших чинників виникнення функціональної анемії [5, 1940–1942; 12, 90–92], оскільки насиченість цих клітин гемоглобіном і його адекватний перенос до тканин є одним із найзначніших чинників зростання фізичної працездатності при інтенсивних навантаженнях під час тренувального процесу професійних спортсменів [10, 190–195]. Саме тому профілактика функціональної анемії та пошук методологій, які б за допомогою мінімально токсичних і незаборонених вимогами Всесвітнього антидопінгового агентства фармакологічних засобів позитивно впливали на вміст гемоглобіну й еритроцитів, є одними зі складових здоров'язберезувальних технологій у професійному спорті.

Мета – оцінка доцільності й обґрунтованості застосування незаборонених у спорті антиоксидантів і мембрано протекторів для корекції функціональної анемії спортсменів.

Матеріали та методи дослідження. У дослідженні брали участь 56 кваліфікованих спортсменів – представників циклічних видів спорту (бігуни на середні дистанції, лижники, веслувальники на байдарках і каное; усі чоловіки віком від 19 до 24 років), у яких утворення енергії, необхідної для формування адекватного рівня рухової активності, відбувається переважно аеробним шляхом. За основними морфометричними характеристиками групи спортсменів були подібними (табл. 1).

Спортсменів було розподілено на дві групи – основну (36) та контрольну (20). Учасники основної групи протягом трьохтижневого мезоциклу на етапі підготовки до змагань отримували вітчизняний препарат епадол (по 1 г один раз на добу), що вміщує поліненасичені ω 3-жирні кислоти, які спричиняють виражений антиоксидантний вплив в організмі та мають мембранопротекторні властивості. У контрольній групі спортсмени за тих самих умов підготовки застосовували плацебо (капсулу з крохмалем). Для визначення вільного волевиявлення спортсменів на

участь у дослідженні вони підписували «Інформовану згоду» відповідно до нормативних документів МОЗ України.

Таблиця 1

Основні морфометричні показники спортсменів

Показник	Донори	Групи спортсменів	
		контрольна	основна
	значення показників ($\bar{X} \pm S$)		
вік, роки	23,1±4,8	22,6±4,5	21,7±3,9
вага, кг	79,6±5,4	87,5±4,6	90,5±3,9
зріст, см	175,7±6,9	182,8±4,2	185,3±4,1

Дослідження проводили двічі: до початку та по закінченні 21-денного періоду підготовки до змагань. Кров для дослідження в кількості 5 мл забирали з периферичної вени ранком натщесерце. У спортсменів на автоматичному гематологічному аналізаторі «ERMA-210» (Японія) визначали вміст загального гемоглобіну (Hb), абсолютного (MCH) та відносного (MCHC) вмісту внутрішньоеритроцитарного гемоглобіну. Для характеристики структурно-функціонального стану еритроцитарних мембран вивчали також показники прооксидантно-антиоксидантної рівноваги – вміст малонового діальдегіду та відновленого глутатіону [3, 73–74]. Для порівняння аналогічні дослідження проводили у здорових нетренованих осіб (донори) відповідного віку та статі (див. табл. 1). Як відображення фізичної працездатності представників циклічних видів спорту оцінювали аеробну потужність за даними тесту PWC₁₇₀.

Статистичну обробку здійснювали за допомогою ліцензійної комп'ютерної програми «GraphPadInStat» (США). Оскільки за результатами тесту Шапіро-Уїлка отримані дані відповідали закону нормального розподілу, оцінку достовірності розбіжностей здійснювали із використанням *t*-критерію Стьюдента.

Ці дослідження є фрагментом НДР «Здоров'язберігаюча технологія підвищення ефективності тренувальної та змагальної діяльності кваліфікованих спортсменів» (№ держреєстрації 0114U001532), підтриманої грантом МОН України, яка виконувалась у лабораторії стимуляції працездатності та адаптаційних реакцій у спорті вищих досягнень Науково-дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України протягом 2014–2015 рр.

Результати та їх обговорення. Було встановлено, що вплив тренувального процесу супроводжується накопиченням у мембранах еритроцитів кінцевого продукту ПОЛ – малонового діальдегіду з одночасним зниженням вмісту в них одного з найпотужніших природних антиоксидантів – відновленого глутатіону (табл. 2).

Це призводить до погіршення структурно-функціонального стану еритроцитарних мембран і негативно віддзеркалюється на їх агрегаційних

властивостях, що є чинником зниження швидкості кровообігу в кровоносних судинах, особливо в судинах мікроциркуляторного русла [9, 625–628]. Результати досліджень довели, що застосування епадолу хоча й не спричиняє прямого впливу на еритропоез, проте покращує структурно-функціональний стан клітинних мембран за рахунок наявності в цього препарату антиоксидантних і мембранопротекторних властивостей [4, 132–140; 9, 625–628].

Таблиця 2

Зміни показників ПОЛ у мембранах еритроцитів і гематологічного гомеостазу спортсменів під впливом епадолу

Показник	Донори	Групи спортсменів	
		контрольна	основна
	значення показників ($\bar{X} \pm S$)		
еритроцити, $\cdot 10^{12} \cdot \text{л}^{-1}$	4,21 $\pm$ 0,24	4,72 $\pm$ 0,16	5,19 $\pm$ 0,27 [#]
Hb, г $\cdot$ л ⁻¹	134,6 $\pm$ 7,8	143,1 $\pm$ 2,8	153,9 $\pm$ 1,9 [#]
MCV, фл	80,2 $\pm$ 1,1	85,8 $\pm$ 1,6*	80,9 $\pm$ 1,8 [#]
MCH, пг	28,7 $\pm$ 1,5	30,6 $\pm$ 0,4*	34,2 $\pm$ 0,6 [#]
малоновий діальдегід, нмоль $\cdot$ 10 ⁶ ер.	3,67 $\pm$ 0,10	7,41 $\pm$ 0,43*	4,67 $\pm$ 0,29 [#]
відновлений глутатіон, 10 ¹² ммоль $\cdot$ ер. ⁻¹	1,83 $\pm$ 0,11	2,42 $\pm$ 0,07*	3,56 $\pm$ 0,18 [#]

Примітки: 1. * – статистично достовірно ($P < 0,05$) порівняно зі значеннями у донорів; 2. [#] – статистично достовірно ($P < 0,05$) порівняно з даними у контрольній групі

Поліпшення прооксидантно-антиоксидантного балансу та, відповідно, структури мембран червоних клітин крові супроводжується зростанням аеробної складової фізичної працездатності зі збільшенням значення тесту PWC_{170} на 23,78 % по закінченні досліджень проти значень у спортсменів до початку досліджень. У той самий час у II групі, учасники якої приймали плацебо, приріст аеробної працездатності за той самий відрізок часу склав лише 9,16 %.

Таким чином, позитивні зміни вмісту гемоглобіну в самих еритроцитах відбуваються паралельно з коливанням ПОЛ у мембранах еритроцитів і супроводжуються покращенням аеробної працездатності, що підтверджують дані кореляційного аналізу: r_1 і r_2 між вмістом малонового діальдегіду та відновленого глутатіону, з одного боку, та значеннями PWC_{170} , з іншого, дорівнюють відповідно -0,763 та +0,834 (p в обох випадках $< 0,05$). Тобто можна стверджувати, що під дією епадолу відбувається нормалізація прооксидантно-антиоксидантного балансу, який порушується при окисному стресі будь-якої генези, у тому числі, при інтенсивному та тривалому фізичному навантаженні в плазматичних мембранах взагалі й еритроцитарних зокрема [3, 74–76]. Важливо зазначити, що жоден зі спортсменів основної групи не відмічав негативних побічних ефектів від застосування епадолу.

Отримані нами дані узгоджуються з концепцією стосовно механізму регуляції кровообігу в скелетних м'язах і насиченості їх киснем через наявність змін саме в еритроцитарній ланці, запропонованою в 2010 р. S. P. Dufour із співавторами, [5, 1938–1944]. Якщо ж розглядати мембрану еритроцита не як мембрану специфічної клітини крові, а як відображення загального пулу клітинних мембран організму, то слід констатувати, що їхній структурно-функціональний стан тісно пов'язаний із синтезом АТФ у клітинах [6, 420–429], тобто епадол може також мати опосередкований вплив на механізм енергозабезпечення м'язової діяльності.

Висновки та перспектив подальших наукових розвідок. Таким чином, одержані нами дані свідчать, що застосування метаболітотропного препарату епадол з урахуванням механізмів формування функціональної анемії дає можливість покращати показники аеробної працездатності під час професійної діяльності спортсменів без збільшення фармакологічного навантаження й виникнення побічних ефектів, що відкриває шлях до збереження здоров'я та якості життя. Ми вважаємо, що застосування епадолу, як і будь-якого іншого метаболітотропного фармакологічного засобу, не повинне бути «прив'язано» до визначеного періоду підготовки, і він може бути використаний протягом річного макроциклу у професійних висококваліфікованих спортсменів, залежно від їх індивідуальних характеристик і завдань тренувальної роботи, за виключенням тих випадків, коли клінічною картиною цього патологічного стану (ідеться про функціональну спортивну анемію) не диктується необхідність застосування більш потужних, але й значно більш токсичних, фармакологічних засобів з еритропростимулюючою дією (еритропоетин, епокрин, дарбапоетин, ферулоплазмін, asialo-EPO та ін.), які, до того ж, підпадають під заборону з боку Всесвітнього антидопінгового агентства й тому в професійному спорті без отримання спеціального терапевтичного дозволу використані бути не можуть.

Перспективи подальших досліджень полягають у пошуку й оцінюванні ефективності для корекції у професійних спортсменів такого патологічного явища як функціональна анемія інших нетоксичних фармакологічних засобів, дія яких на еритропоез обґрунтована з точки зору біохімічних перебудов в організмі, у тому числі, на мембранному рівні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Влияние коррекции гематологических показателей на физическую работоспособность спортсменов / Л. М. Гунина, Р. С. Гуменюк, Н. С. Парфенюк, Е. Н. Конончук // Спортивная медицина. – 2009. – № 1–2. – С. 11–16.
2. Гунина Л. М. Механізми впливу препарату Епадол на спеціальну тренуваність висококваліфікованих важкоатлетів / Л. М. Гунина // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2012. – № 8. – С. 34–38.
3. Гунина Л. М. Вплив сукцинату натрію на еритроцити за окисного стресу при інтенсивних фізичних навантаженнях / Л. М. Гунина // Фізіол. журнал. – 2011. – Т. 56, № 6. – С. 71–79.

4. Метаболитные и метаболитотропные препараты в системе кардио- и органопротекции / И. С. Чекман, Н. А. Горчакова, С. Б. Французова, Е. А. Нагорная. – К., 2009. – 155 с.
5. Dufour S. P. Erythrocyte-dependent regulation of human skeletal muscle blood flow: role of varied oxyhemoglobin and exercise on nitrite, S-nitrosohemoglobin, and ATP / S. P. Dufour, R. P. Patel, A. Brandon [et al.] // Am. J. Physiol. Heart. Circ. Physiol. – 2010. – Vol. 299, N 6. – H. 1936–1946.
6. Kalsi K. K. Temperature-dependent release of ATP from human erythrocytes: mechanism for the control of local tissue perfusion / K. K. Kalsi, J. González-Alonso // Exp. Physiol. – 2012. – V. 97, N 3. – P. 419–432.
7. Karolkiewicz J. Oxidative stress and antioxidant defense system in healthy, elderly men: relationship to physical activity / J. Karolkiewicz, L. Szczesniak, E. Deskur-Smielecka [et al.] // Aging Male. – 2003. – Vol. 6, N 2. – P. 100–105.
8. Lippi G. Foot-strike haemolysis after a 60-km ultramarathon / G. Lippi, F. Schena, G. L. Salvagno [et al.] // Blood Transfusiol. – 2012. – Vol. 10, N 3. – P. 377–383.
9. Ney J. G. Associations of n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids and tocopherols with proxies of membrane stability and subcutaneous fat sites in male elite swimmers / J. G. Ney, J. C. Koury, V. B. Azeredo [et al.] // Nutr. Res. – 2009. – Vol. 29, N 9. – P. 623–630.
10. Tauler P. Response of blood cell antioxidant enzyme defences to antioxidant diet supplementation and to intense exercise / P. Tauler, A. Aguiló, I. Gimeno // Eur. J. Nutr. – 2006. – Vol. 45, N 4. – P. 187–195.
11. Tepsic J. Unfavourable plasma and erythrocyte phospholipid fatty acid profile in elite amateur boxers / J. Tepsic, V. Vucic, A. Arsic [et al.] // Eur. J. Sport Sci. – 2013. – Vol. 13, N 4. – P. 414–421.
12. Voss S. Variability of serum markers of erythropoiesis during 6 days of racing in highly trained cyclists / S. Voss, M. Alsayrafi, P. C. Bourdon [et al.] // Int. J. Sports Med. – 2014. – Vol. 35, N 2. – P. 89–94.

РЕЗЮМЕ

Гунина Л. Коррекция функциональной анемии как одна из составляющих здоровьесберегающей технологии стимуляции работоспособности в профессиональном спорте.

Цель работы – улучшение транспорта кислорода как одной из составляющих разработки здоровьесберегающей технологии стимуляции физической работоспособности профессиональных спортсменов. Во время подготовки к соревнованиям у высококвалифицированных представителей циклических видов спорта оценены изменения структурно-функционального состояния мембран эритроцитов и характеристик звена красной крови под влиянием незапрещенного препарата эпадол на основе ω 3-полиненасыщенных жирных кислот. Доказано его положительное влияние на изменения уровня малонового диальдегида и восстановленного глутатиона непосредственно в мембране эритроцитов, что положительно отражается на увеличении содержания внутриэритроцитарного гемоглобина и одновременно приводит к росту аэробной мощности. Это обосновывает целесообразность использования подобных нетоксичных антиоксидантов и мембранопротекторов метаболитотропного характера для улучшения переноса кислорода во время физических нагрузок и улучшения результатов тренировочной деятельности спортсменов.

Ключевые слова: циклические виды спорта, спортивная анемия, мембрана эритроцитов, прооксидантно-антиоксидантный баланс, аэробная мощность, препарат эпадол.

SUMMARY

Gunina L. Correction of functional anemia as one of the components of health-stimulation technology of efficiency in professional sports.

The purpose of the article is to improve oxygen transport as one of the components of healthy development technology stimulation of physical performance of professional athletes. It is known that the emergence of functional sports events anemia is an important factor of the inhibition of stimulation or decrease of physical performance, primarily aerobic nature. This calls for timely correction of this phenomenon, but, unfortunately, most often it is made by using toxic substances or pharmacological agents that are banned in sports, or because it does not take into account the genesis of this anemia.

In this regard we used for sport anemia's correction not forbidden, practically nontoxic, metabolic medical drug epadol that based on ω 3-polyunsaturated fatty acids. The study involved 56 qualified athletes – the representatives of cyclic sports (runners on middle distance, skiers, rowing and canoeing; all men aged 19 to 24 years), in which the formation of the energy needed to create adequate levels of physical activity is mainly an aerobic way.

In preparation for the competition the highly qualified representatives of cyclic sports assessed a structural and functional state of erythrocyte membranes and changing content level of indicators of red blood under the influence of the drug epadol. It is shown that the drug has no direct erythrostimulative activity. However, using modern biochemical and hematological methods proved its favorable action on changes in the level of malonic dialdehyde and reduced glutathione directly to the membrane of red blood cells that have a positive impact on increasing the content of corpuscular hemoglobin while the growth parameters of aerobic capacity. When applying epadol any athlete complained of side effects. This proves the feasibility and validity of the use of such non-toxic antioxidants and membranoprotectors of metabolic nature to improve the transport of oxygen during exercise and increase the efficiency of the results of training athletes. Moreover, since epadol is not a banned substance by the World Anti-Doping Agency, its use in professional sports does not need to obtain permission for therapeutic use, which reduces psychological stress on the athlete.

The authors of article consider that the application of epadol as any other metabolitotropic pharmacological means should not be «bound» for a specified period of preparation, and it can be used for years in the macrocycle highly professional athletes, regardless of their individual characteristics and objectives of training work.

Key words: cyclic sports, aerobic capacity, sports anemia, erythrocyte membrane, prooxidant-antioxidant balance, medical drug epadol.